



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003001476 A**(43) Date of publication of application: **08.01.03**

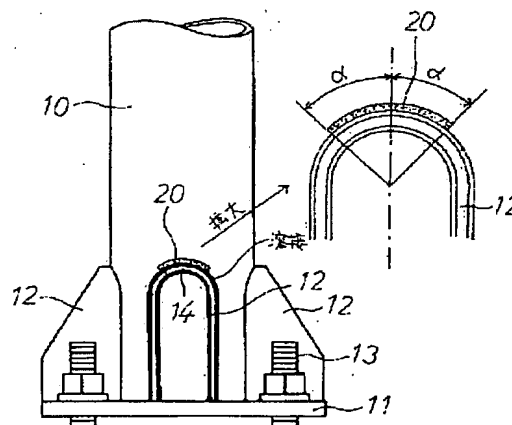
(51) Int. Cl.

**B23K 31/00****E01F 9/011****E04B 1/24****E04H 12/22**(21) Application number: **2001184435**(22) Date of filing: **19.06.01**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**(72) Inventor: **SUGIMOTO MASAKAZU  
TOMINAGA NORIYOSHI  
KONDO TETSUMI****(54) STEEL COLUMN BASE PART AND  
REINFORCING METHOD THEREFOR****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a base part of a steel column in which the strength in the vicinity of a weld toe of a rib is not reduced when bending moment is repeatedly applied, and a reinforcing method therefor.

**SOLUTION:** An inverted U-shaped or inverted V-shaped rib 12 with an upper end part 14 thereof bent is Tee-type welded to the base part of the steel column 10 and a peened part 20 by the ultrasonic oscillation is formed on the weld toe of each rib 12. The amplitude of 20-50  $\mu\text{m}$  and the frequency of 10-50 kHz are preferable for the peening treatment conditions. The fatigue characteristic can be considerably improved by both the stress concentration mitigating effect by bending an upper end 14 of the rib 12 and the stress concentration mitigating effect by the peening.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-1476

(P2003-1476A)

(43) 公開日 平成15年1月8日 (2003.1.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
B 2 3 K 31/00		B 2 3 K 31/00	A 2 D 0 6 4
E 0 1 F 9/011		E 0 4 B 1/24	R
E 0 4 B 1/24		E 0 4 H 12/22	
E 0 4 H 12/22		E 0 1 F 9/01	

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-184435(P2001-184435)

(22) 出願日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 杉本 雅一

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72) 発明者 富永 知徳

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(74) 代理人 100078101

弁理士 綿貫 達雄 (外2名)

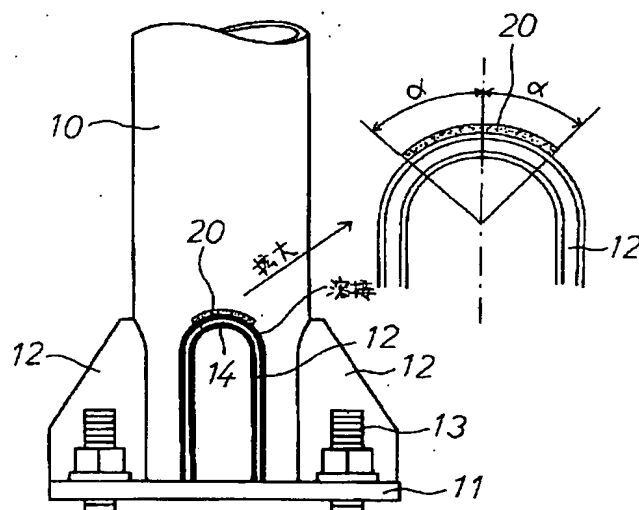
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼管柱基部及び鋼管柱基部の強化方法

(57) 【要約】

【課題】 繰返し曲げモーメントが作用した場合においてもリブの溶接止端部付近の強度低下がない鋼管柱基部及び鋼管柱基部の強化方法を提供する。

【解決手段】 鋼管柱10の基部に上端部14が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブ12をT字溶接するとともに、各リブ12の溶接止端部に、超音波振動によるピーニング処理部20を形成する。処理条件は振幅20～50μm、振動数10～50kHzが好ましい。リブ12の上端14を屈曲させたことによる応力集中緩和効果と、ピーニング処理による応力集中緩和効果が相俟って、疲労特性を著しく向上させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼管柱の基部をT字溶接されたリブにより補強した鋼管柱基部であって、前記のリブは上端部が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブであり、かつリブの溶接止端部に超音波振動によるピーニング処理が施されたものであることを特徴とする鋼管柱基部。

【請求項2】 鋼管柱の基部に上端部が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブをT字溶接したのち、各リブの溶接止端部に超音波振動によるピーニング処理を施すことを特徴とする鋼管柱基部の強化方法。

【請求項3】 処理区間の母材に鋼管軸方向の引張応力が作用するような荷重を鋼管柱の基部に与えた状態で、超音波振動によるピーニング処理を施すことを特徴とする鋼管柱基部の強化方法。

【請求項4】 振幅20～50 $\mu$ m、振動数10～50kHzの条件下で超音波振動によるピーニング処理を施すことを特徴とする請求項2または3に記載の鋼管柱基部の強化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば道路照明用ポールや道路標識用ポール等の鋼管柱を、道路等の躯体に固定するための鋼管柱基部及び鋼管柱基部の強化方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 道路照明用ポールや道路標識用ポール等の鋼管柱をコンクリート等からなる躯体に固定するための鋼管柱基部としては、図7に示すように鋼管柱10の下端部にベースプレート11を溶接するとともに、鋼管柱10とベースプレート11との間を複数のリブ12により補強した構造が一般的である。各リブ12は上端部が斜めになった平板状の三角リブであり、各リブ12は鋼管柱10にT字溶接されている。そしてベースプレート11をアンカーボルト13を用いて躯体に固定することにより、鋼管柱10を垂直に支持している。

【0003】 しかし上記のような従来の鋼管柱基部は、風や交通振動などを受けて鋼管柱10に曲げモーメントが作用したとき、リブ12の上端部14である溶接止端部付近に大きい応力集中が生じ、繰返し応力によりこの部分の強度が低下するおそれがあった。また、リブ12の上端部14の回し溶接部が溶接熱による引張り残留応力と熱影響部材質劣化との重複により構造欠陥となりやすく、耐力や疲労特性が低下するという問題があった。

【0004】 このような問題は構造部材に補強用のリブをT字溶接した構造体に共通するものであって、日本鋼構造協会「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」でも、ガセットをすみ肉溶接した継手が鋼部材の耐力や疲労特性を低下させるので、設計に配慮するように指摘されている。

【0005】 本発明は上記した従来の問題点を解決し、

鋼管柱に繰返し曲げモーメントが作用した場合においても、リブの溶接止端部の強度低下を抑制することができ、またリブの上端部の回し溶接部の耐力や疲労性能の低下を防止することができる鋼管柱基部及び鋼管柱基部の強化方法を提供するためになされたものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するためになされた本発明の鋼管柱基部は、鋼管柱の基部をT字溶接されたリブにより補強した鋼管柱基部であって、前記のリブは上端部が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブであり、かつリブの溶接止端部に超音波振動によるピーニング処理が施されたものであることを特徴とするものである。また本発明の鋼管柱基部の強化方法は、鋼管柱の基部に上端部が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブをT字溶接したのち、各リブの溶接止端部に超音波振動によるピーニング処理を施すことを特徴とするものである。

【0007】 なお、処理区間の母材に鋼管軸方向の引張応力が作用するような荷重を鋼管柱の基部に与えた状態で、超音波振動によるピーニング処理を施すことにより、さらに強化効果を高めることができる。超音波振動によるピーニング処理の好ましい条件は、振幅20～50 $\mu$ m、振動数10～50kHzの範囲である。

【0008】 上記のように本発明では、溶接止端部となる上端部が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブを使用することにより、リブ上端部を鋼管柱の主応力方向から直角方向になるまで逃がし、リブ上端部の剛性を低下させている。この結果、鋼管柱に曲げ応力が作用した場合に溶接止端部に生じる応力集中が大幅に緩和され、また溶接熱による引張り残留応力をも大幅に緩和することができる。

【0009】 さらに本発明では、リブの溶接止端部に超音波振動によるピーニング処理を施した。この処理は超音波により棒状工具を軸方向に振動させ、その先端を処理対象となる金属表面にあてがうことによって表面を窪ませる方法である。この結果、溶接止端部に高密度のエネルギーが与えられて塑性変形が生じ、圧縮残留応力が付与される。このため鋼管柱基部の弱点であった溶接止端部がさらに強化され、鋼管柱に繰返し曲げモーメントが作用した場合においても、リブの溶接止端部の強度低下を抑制することができるとともに、リブの上端部の回し溶接部の耐力や疲労性能の低下を防止することができる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】 以下に本発明の好ましい実施形態を示す。図1において、10は道路照明用ポールや道路標識用ポール等として用いられる鋼管柱、11はこの鋼管柱10の下端部に溶接されたベースプレート、12は鋼管柱10とベースプレート11との間を補強するためにT字溶接された複数枚のリブである。この実施形態で

はリブ12は逆U字状であるが、図2に示す他の実施形態のように逆V字状のリブ12としてもよい。ベースプレート11はアンカーボルト13により道路等の躯体に固定され、鋼管柱10を垂直に保持している。

【0011】鋼管柱10の主応力方向は上下方向であり、リブ12も全体としては鋼管柱10の主応力方向に延びている。しかしリブ12の上部は円弧状に緩和屈曲され、溶接止端部となるリブ12の上端部14は鋼管柱10の主応力方向に対して直角になるまで屈曲されている。

【0012】このようにリブ12の上端部14を鋼管柱10の主応力方向から逃げる方向に緩和屈曲させることにより、リブ12の上端部14を低剛性構造とすることができる。その結果、リブ12の上端部14における応力集中が緩和されるとともに、溶接部の溶接残留熱応力も大幅に緩和され、溶接構造体としての耐力や疲労性能が大幅に向上する。

【0013】このような効果を十分に発揮させるためには、リブ12の上端部14の曲率半径をリブ12の肉厚の3倍以上としておくことが好ましい。曲率半径がこれよりも小さくなると、リブ12を屈曲させる際に材質劣化が生じ易くなり、また剛性を低下させる効果も小さくなる。

【0014】参考のために、図1に示す鋼管柱基部と図7に示す従来の鋼管柱基部とをFEM解析した応力集中図を、図3、図4として示す。これらの図は、鋼管柱10の上端に等しい水平荷重を与えたときのリブ12の周辺の発生応力分布を等高線によって示したものであり、図中の単位はMPaである。図3と図4を対比すれば明らかのように、リブ12の上端部14を屈曲させることにより、集中応力の最大値は従来構造に比較して半減することが分かる。

【0015】しかも本発明においては、屈曲されたリブ12の溶接止端部にさらに超音波振動によるピーニング処理が施される。ピーニング処理部20は図1中に拡大して示したように、リブ12の中心線の両側の中心角 $\alpha$ の領域であり、一般的には $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ の範囲とすればよい。図1では $\alpha$ はほぼ $45^\circ$ である。

【0016】この超音波振動によるピーニング処理は、図5に示されるように超音波打撃装置21の棒状工具22の先端を処理対象となる金属表面に当てて軸方向に超音波振動させ、処理対象部分に打撃を与え表面を窪ませる方法である。棒状工具22の先端は一般的に断面円形であり、その直径は1~6mm程度が好ましい。直径が1mm未満では強度が不足して十分な打撃を与えることができず、直径が6mmを超えると質量が大きくなるために超音波振動を行なわせ難くなるためである。

【0017】棒状工具22の振動数は10~50kHz、振幅は20~50 $\mu$ mが望ましい。これは、鋼材に与えられる打撃のエネルギーがこの周波数の領域で効率

よく大きくなることによる。また振幅が20 $\mu$ m未満では十分な打撃を与えることができない一方、振幅が50 $\mu$ mを超えると、鋼材に入る塑性変形が大きくなり過ぎることがあり、好ましくない。

【0018】上記のような条件で処理された金属表面は、高密度のエネルギーにより塑性変形を生じて0.1~0.5mm程度の深さに凹み、表層から10mm以上の深さまで引張応力を導入することができる。また表層から100 $\mu$ m程度の深さまで金属組織に大きな変化を生じてホワイトレイヤーと呼ばれる組織層が形成され、良好な耐食性、耐磨耗性、摩擦抵抗の低減を図ることができる。

【0019】本発明ではこのような超音波振動によるピーニング処理部20を、図1、図2に示されるように各リブ12の溶接止端部に形成する。この結果、溶接止端部の応力集中が緩和されるとともに、溶接止端部に引張応力が導入され、疲労強度が飛躍的に向上する。また前記したようにリブ12の溶接止端部は溶接熱による引張り残留応力と熱影響部材質劣化との重複により構造欠陥となり易い部分であるが、超音波振動によるピーニング処理により組織変化を生じさせることによって、微細なクラックなどの構造欠陥をも修復することができる効果がある。

【0020】このように本発明の方法の鋼管柱基部は、上端部14が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブ12の溶接止端部に超音波振動によるピーニング処理を施したものであるから、それぞれの構成による効果が組み合わされる。その結果、風や振動などによって鋼管柱10に曲げモーメントが作用したときにリブ12の溶接止端部付近に生ずる応力集中を大幅に緩和することができ、また後記する実施例のデータに示されるように、この部分の疲労強度を著しく向上させることができる。しかも本発明は超音波打撃装置21以外の付帯設備を必要とせず、現場においても容易に施工できる利点がある。

【0021】なお、通常は鋼管柱10の基部に溶接された各リブ12の溶接止端部に超音波打撃装置21の棒状工具22の先端を当ててピーニング処理を施せばよいが、処理区間の母材に鋼管軸方向の引張応力が作用するような荷重（例えば曲げ荷重）を鋼管柱基部に与えた状態で、超音波振動によるピーニング処理を施すこともできる。このように外力を加えて引張応力を作用させた状態でピーニング処理を施して溶接止端部に圧縮応力を与えれば、外力を取り除くとさらに大きい圧縮応力を溶接止端部14に残留させることが可能となる。このため一段と優れた補強効果を得ることができるようになる。

【0022】以上の説明では各リブ12の溶接止端部のみに超音波振動によるピーニング処理を施したが、その他の溶接部にもピーニング処理を施しても差し支えないことはもちろんである。しかしリブ12の下方部分等は鋼管柱基部の疲労強度を直接左右する部分ではないた

め、あまり実益はないと考えられる。

### 【0023】

【実施例】図1に示す本発明の鋼管柱基部に試験機により繰返し曲げ応力を加え、疲労強度試験を行なった。使用した材料は鋼管、リブともにSM490である。また比較のために、図7に示す構造の鋼管基部リブ廻りの部分試験片に繰返し引張り応力を加える疲労強度試験を行なった。その結果、図6に黒丸で示すように図7に示す従来構造の疲労特性は、鉄道橋設計示方書の設計寿命曲線のE等級～D等級に相当するものであった。これに対して本発明品の疲労特性は、白丸で示すように設計寿命曲線のA等級にまで大幅に上昇した。なお、先端工具の振幅は40μmであり、振動数は30kHzとした。

【0024】さらに引張応力が作用する荷重を鋼管柱基部に与えた状態で、超音波振動によるピーニング処理を施した場合には、その疲労特性は白三角で示すように設計寿命曲線のA等級以上にまで上昇した。なお、図6中に示される右上向きの矢印は、その時点で試験体に変化が見られなかったため、載荷を終了したことを意味するものである。ここで本試験に使用した従来構造の部分試験片の溶接品質は非常にグレードの高いものであり、通常の工業製品レベルでは疲労寿命が若干低くなるはずである。

### 【0025】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば上端部が屈曲された逆U字状または逆V字状のリブの溶接止端部に超音波振動によるピーニング処理を施すこと

により、リブ上端の回し溶接部の耐力や疲労性能の低下を大幅に防止することができる。その結果、鋼管柱に繰返し曲げモーメントが作用した場合においてもリブの溶接止端部付近の強度低下がなく、長期間にわたり使用しても安全上の問題がない。しかも本発明は鋼管柱基部の構造を変える必要がないため、既存の設備に対しても容易に適用できる利点がある。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す正面図である。

10 【図2】本発明の第2の実施形態を示す斜視図である。

【図3】逆U字状のリブを用いた鋼管柱基部をFEM解析した応力集中図である。

【図4】従来構造の鋼管柱基部をFEM解析した応力集中図である。

【図5】超音波打撃装置の側面図である。

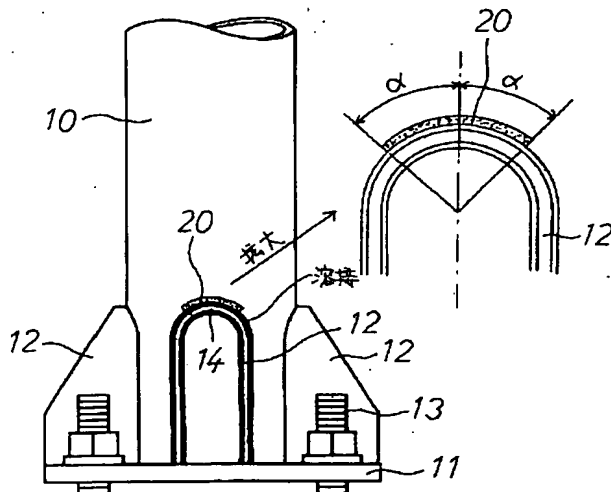
【図6】実施例における疲労強度試験の結果を示すS-N曲線である。

【図7】従来例を示す斜視図である。

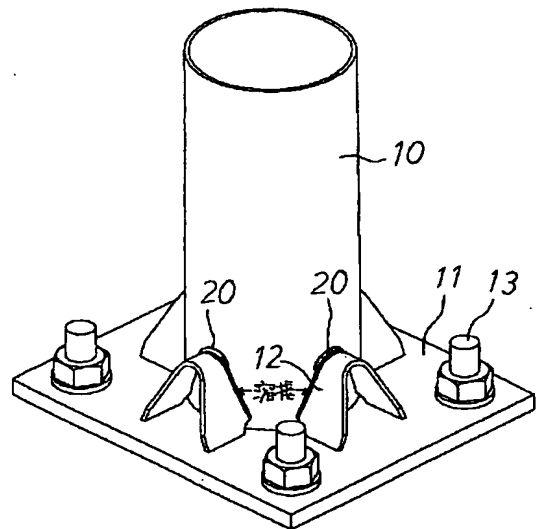
### 【符号の説明】

- 10 鋼管柱
- 11 ベースプレート
- 12 リブ
- 13 アンカーボルト
- 14 上端部
- 20 ピーニング処理部
- 21 超音波打撃装置
- 22 棒状工具

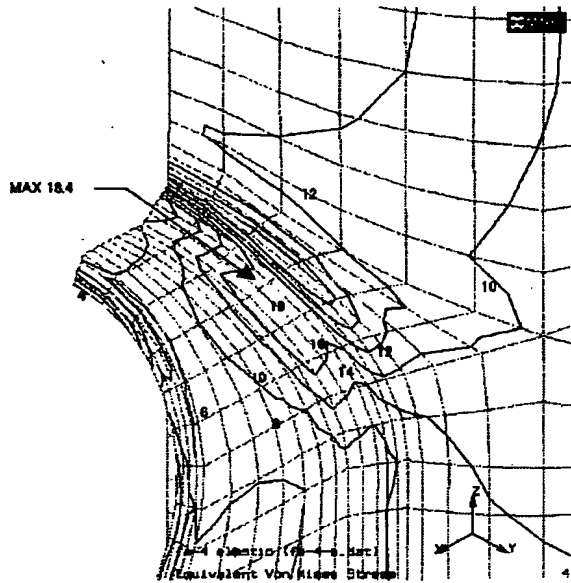
【図1】



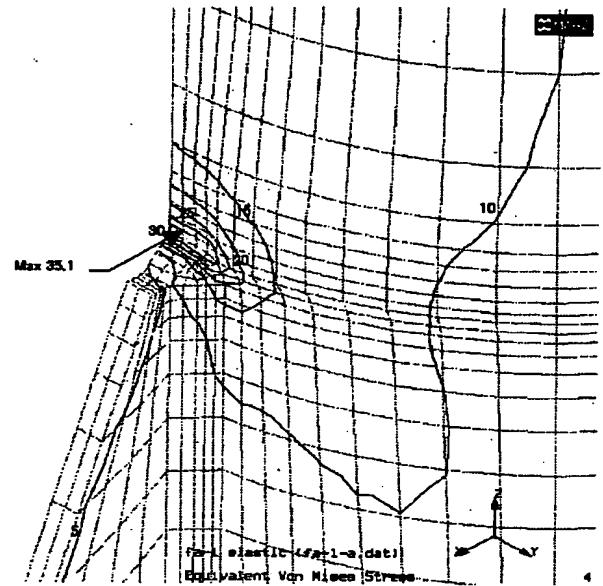
【図2】



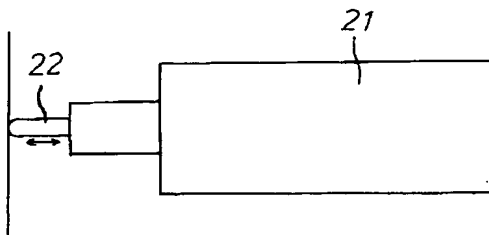
【図3】



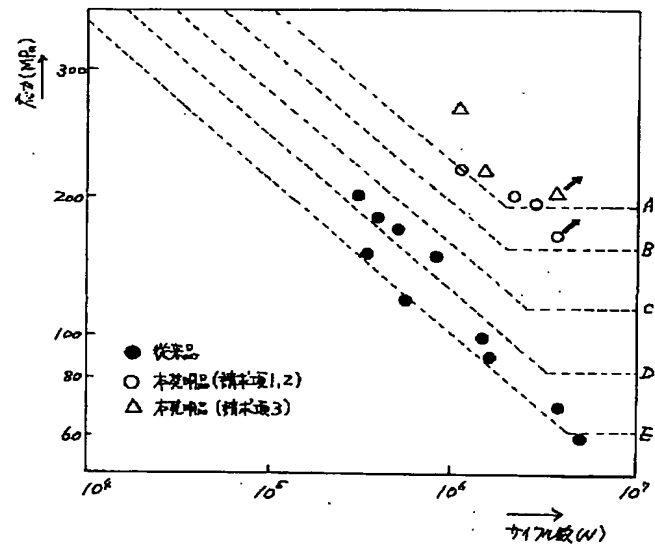
【図4】



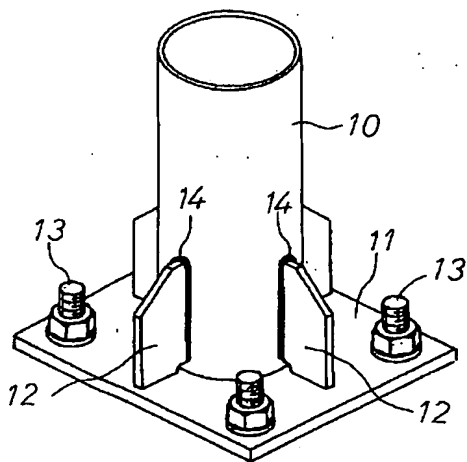
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 哲己

東京都千代田区大手町 2 - 6 - 3 新日本  
製鐵株式会社内

F ターム(参考) 2D064 AA11 AA22 BA01 BA19 CA04  
DB03